

Nadine KRÄGELOH, Dortmund

Algebra verstehen, Terme aufstellen - Entwicklung und Erforschung diagnosegeleiteter Förderbausteine für Jugendliche nichtdeutscher Erstsprache

1. Ausgangspunkt des Projektes




Wiederholt wurde gezeigt, dass Jugendliche mit nicht-deutscher Erstsprache in Leistungstest wie Pisa, TIMSS etc. schlechtere Mathematikleistungen erzielen als Gleichaltrige mit deutscher Erstsprache (Heinze et al. 2011). Geforscht wird derzeit an der genauen Verortung der mathematischen und sprachlichen Hürden für sprachschwache Lernende (Renk et al. in diesem Band) und an theoretisch fundierten und empirisch nachweislich wirksamen Ansätzen für eine Förderung (Prediger & Wessel 2013). In einem Entwicklungsforschungsprojekt im Rahmen des MuM-Projektes werden daher folgende Fragen bearbeitet:

- Welchen sprachlichen und fachlichen Herausforderungen stellen sich sprachlich benachteiligte Lernende beim Interpretieren und Aufstellen von Termen?
- Wie kann eine sprach- und fachintegrierte Förderung nach dem didaktischen Prinzip der Darstellungsvernetzung dazu beitragen, diese erfolgreich zu bewältigen?

Dieser Beitrag fokussiert auf die Rolle der Sprache beim Erwerb von Variablenvorstellungen zu Beginn der konzipierten Förderung.

2. Inhalte und Designprinzipien der Förderung

Für den Umgang mit Termen ist der verständige Umgang mit Variablen zentral. In der hier thematisierten Fördereinheit 1 wird die Variablenvorstellung der Unbestimmten fokussiert (Malle 1993), und zwar im bewährten Kontext des Verallgemeinerns (Mason et al. 1985).

Stelle	1.	2.	3.	4.	...	x
Bilder- folge						
Zahlen- folge	8	14	20			

Als Zugang für diese algebraische Tätigkeit werden in der Förderung Punktmuster und Bilderfolgen genutzt (ähnlich zu Hußmann et al. 2013). Der Zugang ermöglicht die Realisierung dreier Design-Prinzipien bei der verstehensorientierten Einführung der Terme mit Variablen als Beschreibungsmittel für allgemeine Zusammenhänge: (1) Die Visualisierungen bieten den Vorteil einer vorübergehenden Sprachentlastung, die von den Ler-

nenden für die Verbalisierung bzw. die Erfahrung der Verallgemeinerung genutzt werden kann. (2) Der Wechsel von Bilder- und Zahlenfolgen zum Term und zurück konkretisiert das allgemeine Prinzip der Darstellungsvernetzung, das inhaltliche Vorstellungen fördern und Sprachanlässe schaffen kann. (3) Durch Sprachangebote oder Wortvariablen, wie beispielsweise x -beliebig, die sich als Zugang zum Verallgemeinern bewährt haben, wird zudem versucht, an Alltagssprachliche und vorunterrichtliche Ressourcen anzuknüpfen. Das Lernmedium stellt dabei die Vermittlungssprache dar, die als Werkzeug für das Verständigen zwischen Lerngegenstand und Lernvoraussetzung dienen soll.

Lernvoraussetzung		Lerngegenstand
Individuelle Sprache des Verstehens	Vermittlungssprache	Fachsprache

3. Einblick in die Empirie

Den methodischen Rahmen der Forschungsarbeit bildet das Dortmunder Modell der Fachdidaktischen Entwicklungsforschung mit seiner iterativen Verknüpfung von Forschung und Entwicklung (Prediger et al. 2012). Die hier analysierte Szene stammt aus Design-Experimenten im Interviewsetting (Cobb & Gravemeijer 2006) mit 4 x 2 Lernenden einer 8. Gesamtschul-Klasse. Alle Sitzungen wurden vollständig videographiert und partiell transkribiert. Die interpretative Auswertung erfolgte interpretativ im Hinblick auf die Rolle der Sprache beim Erwerb des Variablenkonzepts *Variable als Unbestimmte* mit der in Abschnitt 2 dargestellten Tabelle.

In der Auswertung zeigt sich, dass die Punktmuster, die einen bewährten Zugang für die Neu-Erarbeitung des Variablenaspekts der Unbestimmten darstellen, sich prinzipiell auch im sprach- und fachintegrierten Förderunterricht bewähren. Ein Problem ergab sich allerdings bei vielen Lernenden, wenn das fachsprachliche x als Beschreibungsmittel für das Verallgemeinern mit Hilfe des vermittlungssprachlichen x -beliebig erläutert werden sollte. Gesammelt sind im Folgenden einige Antworten von Schülerinnen auf die diagnostische Frage, was für sie x -beliebig bedeutet:

- Ayla Das sagt unsere Mathelehrerin auch, aber was das heißt, wissen wir nicht. Das sagt man im Deutschen so.
- Meliha Ich hab das Wort noch nie benutzt, glaub ich.
- Gülnur Wir kennen nur die Variablen, z.B. x . Das setzen wir dann halt ein.
-
- Ach. Man muss ein Ergebnis heraus bekommen.

Exemplarisch wird Gülnurs Äußerung betrachtet. Gülnur filtert aus dem Ausdruck x -beliebig die Variable x heraus. Sie kann also die Beziehung zur Fachsprache herstellen. Dennoch aktiviert sie mit dem Einsetzungs- und dem wenig später geäußerten Kalkülaspekt noch nicht die gewünschte Deu-

tung als Unbestimmte. Auch weitere Transkriptstellen zeigen, dass nicht nur das Wort x-beliebig, sondern die damit beschriebene Denkpraxis des Verallgemeinerns vielen sprachlich schwachen Lernenden fremd zu sein scheint.

Die Beschäftigung mit Folgen ermöglicht, diese Denkpraxis kennenzulernen. Gülnür und Meliha lernen in der Förderung drei Wege, um hohe Stellen in Zahlenfolgen zu bestimmen (graphisch an Punktmustern, verbal durch Formulierung einer Regel und symbolisch mit Zahlentermen). Diese Vorgehensweisen wenden sie eigenständig auf neuen Folgen an. Für die Etablierung des Verallgemeinerns werden die zu berechnenden Stellen variiert und die Zahlenterme operativ verändert. Nach dieser Erfahrung kommt die Aufgabe auf die x-beliebige Stelle zurück:

a)

Stelle	Term
40	$2+3 \times 40 = 122$ ✓
43	$2+3 \times 43 = 131$ ✓
55	$2+3 \times 55 = 167$ ✓
80	$2+3 \times 80 = 242$ ✓
120	$2+3 \times 120 = 362$ ✓

Interviewerin: [...] ihr könnt ja jetzt hier mal überlegen, was jetzt so ein x-beliebig hier heißt.

Gülnür: Vielleicht ist ja x-beliebige Stelle (*zeigt mit dem Stift auf das Arbeitsblatt und fährt die Tabelle entlang (s.o.)*) die Stelle, die sich immer ändert. [...] Weil es ändert sich ja öfters. Wir müssen ja nicht immer bis 43. Stelle zum Beispiel machen. Wir müssen ja auch mal bis 120. Stelle zum Beispiel. Es kann ja ne x-beliebige sein. Denn x ist ja bei uns immer die Variable und da ändert sich doch auch immer die Zahl.

Auf die Frage der Interviewerin nimmt Gülnür den angebotenen Ausdruck x-beliebig auf und vermittelt der Interviewerin durch eine Zeige-Geste auf die veränderlichen Stellen in der Tabelle, welche Bedeutung sich bei ihr für x-beliebig nun konstituiert zu haben scheint. Auf der Basis der operativen Erfahrung und der deiktischen sprachlichen Annäherung gelingt dann auch eine Verbalisierung: „die Stelle, die sich immer ändert“. Gülnür findet also einen anderen Ausdruck für die Beliebigkeit, die sie mit der Änderung beschreibt. Sie begründet ihre Sprachwahl, durch die Konjunktion „weil“ und durch eine Beschreibung der in der Fördereinheit erfahrenen Veränderbarkeit der Stellen. Die Schülerin verwendet im Anschluss sogar Beispiele, und das Adverb „immer“ um ihre Sprachwahl („Änderung“) weiter zu unterstützen.

Fazit

Das kurze Fallbeispiel verdeutlicht, dass eine als bekannt vorausgesetzte Vermittlungssprache Sprachmittel und Denkpraktiken enthalten kann, die für sprachlich schwache Jugendliche erst erarbeitet werden müssen. So kann zum Beispiel das Konzept des Verallgemeinerns und das bildungs-

sprachliche Konstrukt „x-beliebig“ für solche Lernende erst durch operative Veränderungen vieler Zahlenterme erfahrbar gemacht werden. Nach entsprechender Erfahrung kann das Sprachmittel zunächst durch Gesten und danach aber auch durch andere sprachliche Ressourcen ausgedrückt werden. Exemplarisch konnte insbesondere auch gezeigt werden, dass notwendige Sprach- und Denkmittel in der Vermittlungssprache nicht nur auf der Ebene einzelner Worte (x-beliebig) zu verorten sind. Das Verallgemeinern ist eine bildungssprachliche Denkpraktik, zu der nicht alle Lernenden alltagssprachliche Zugänge haben, damit ist das Anknüpfen an alltagssprachliche und vorunterrichtliche Ressourcen erst möglich, wenn die Denkpraktiken und die Vermittlungssprache selbst zum Lerngegenstand werden. Daraus ergibt sich eine Verschiebung des Lerngegenstandes.

Lernvoraussetzung	Lerngegenstand	
Individuelle Sprache des Verstehens	Vermittlungssprache	Fachsprache
„Das was sich immer ändert“	x-beliebig	x (Variable als Unbestimmte als Hilfsmittel zur Verallgemeinerung von Punktmustern)
Gesten	Denkpraktiken des Verallgemeinerns	

Literatur

- Cobb, P. & Gravemeijer, K. (2006): Design research from a learning design perspective
In: Van den Akker; J. et al. (Hrsg.), Educational design research (S. 17-51). London et al.: Routledge.
- Heinze, A., Herwartz-Emden, L., Braun, C. & Reiss, K. (2011): Die Rolle von Kenntnissen der Unterrichtssprache beim Mathematiklernen. Ergebnisse einer quantitativen Längsschnittstudie. In: Prediger, S. & Özdi, E. (Hrsg.), Mathematiklernen unter Bedingungen der Mehrsprachigkeit (S. 11-33). Münster: Waxmann.
- Hußmann, S., Greefrath, G., Mühlenfeld, U., Witzmann, C. (2013): Wie geht es weiter? Zahlen- und Bildmuster erforschen. In: Prediger, S., Barzel, B., Hußmann, S., Leuders, T. (Hrsg.): Mathewerkstatt 6 (S. 189-208). Berlin: Cornelsen.
- Malle, G. (1993): Didaktische Probleme der elem. Algebra. Braunschweig: Vieweg.
- Mason, J. et al. (1985): Routes to / Roots of Algebra. Milton Keynes: University Press.
- Renk, N., Prediger, S., Büchter, A., Benholz, C., Gürsoy, E. (2013): Hürden für sprachlich schwache Lernende bei Mathematiktests – Empirische Analysen der Zentralen Prüfungen 10 NRW. In: Beiträge zum Mathematikunterricht, in diesem Band.
- Prediger, S., Link, M., Hinz, R., Hußmann, S., Thiele, J. & Ralle, B. (2012): Lehr-Lernprozesse initiieren und erforschen – Fachdidaktische Entwicklungsforschung im Dortmunder Modell. In: MNU, 65(8), 452–457.
- Prediger, S., Wessel, L. (2013, im Druck): Fostering German language learners' constructions of meanings for fractions – Design and effects of a language- and mathematics-integrated intervention. Erscheint in: Mathematics Education Research Journal. Special Issue Mathematics Education and Language.